

**SUPER-PRECISION WORKING MACHINE**

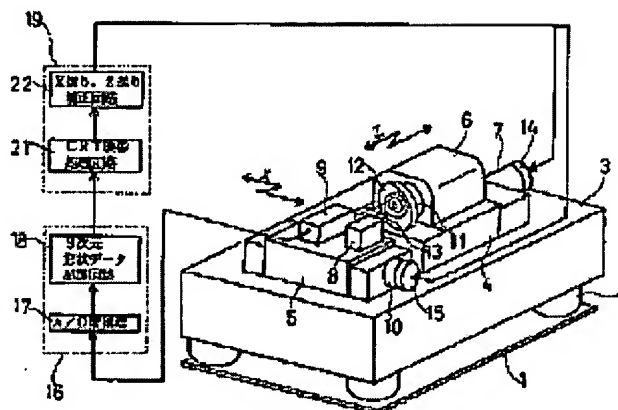
**Patent number:** JP5318287  
**Publication date:** 1993-12-03  
**Inventor:** NAKAGAWA MASAO  
**Applicant:** OKUMA MACHINERY WORKS LTD  
**Classification:**  
 - international: B23Q17/20; B23Q15/02  
 - european:  
**Application number:** JP19920155867 19920521  
**Priority number(s):** JP19920155867 19920521

Report a data error here

**Abstract of JP5318287**

**PURPOSE:**To enhance the machining accuracy by measuring the actual shape of a work quickly and precisely by the on-machine system, and correcting the machining error by the in-process control on the basis of the data acquired from measurement.

**CONSTITUTION:**A laser interferometer 9 not likely to be influenced by vibration and the straightness in movement of the guide surface is installed on the X-axis table 5 of a super-precision working lathe. The shape of the machining surface of a work 12 under machining is measured by this laser interferometer 9, and the acquired data is fed to an NC device 19 through a processor 16. The NC device 19 prepares the machining error correction data on the basis of this measuring data, to serve for controlling servo motors 7 and 10 which drive the spindle stock 6 and tool rest 8, respectively.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-318287

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 12 月 3 日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 3 Q 17/20  
15/02

識別記号

弁内整理番号

A 8612-3C  
9136-3C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-155867

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 5 月 21 日

(71) 出願人 000149066

オークマ株式会社

愛知県名古屋市中区北区辻町 1 丁目 32 番地

(72) 発明者 中川 昌夫

愛知県丹羽郡大口町下小口 5 丁目 25 番地の

1 オークマ株式会社大口工場内

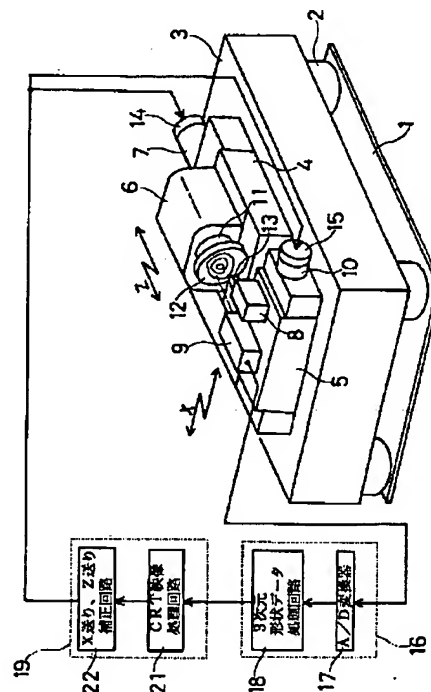
(74) 代理人 弁理士 石田 喜樹

(54) 【発明の名称】 超精密加工機

(57) 【要約】

【目的】 ワークの実形状をオンマシンで迅速かつ正確に測定し、その測定データに基づき加工誤差をインプロセス制御により補正して加工精度を向上する。

【構成】 超精密加工旋盤の X 軸テーブル 5 上に、振動及び案内面の移動真直度の影響を受けにくいレーザ干渉計 9 を設置する。レーザ干渉計 9 により加工中におけるワーク 1 2 の加工面形状を測定し、その測定データをプロセッサ 1 6 を介して NC 制御装置 1 9 へ出力する。NC 制御装置 1 9 は測定データに基づき加工誤差補正データを作成して、主軸台 6 を駆動するサーボモータ 7 及び刃物台 8 を駆動するサーボモータ 1 0 を制御する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークの形状を測定するために加工機上に設置されたレーザ干渉計と、前記レーザ干渉計の測定データに基づきワークの加工誤差を補正するNC制御装置とを具備することを特徴とする超精密加工機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ワークの実形状をオンマシンで測定して、加工誤差をインプロセス制御で補正する超精密加工機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、旋盤等の超精密加工機を使用してワークを鏡面加工する場合には、加工面の形状測定を欠かすことができない。形状測定手段としては、従来から、電気マイクロメータが広く使用されているが、これを加工機上に設置すると、振動及び案内面の移動真直度の影響を受けて大きな測定誤差が発生するため、機上での形状測定は不可能であった。したがって、従来は、加工後にワークをチャックから外して測定し、その加工誤差をNC加工データにフィードバックし、ワークをチャックに再度取り付けて、誤差補正のための再加工を行うようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このため、従来の超精密加工機によると、形状測定のためにワークをチャックに脱着する必要があって、作業能率が悪くなるばかりでなく、取り付け誤差により加工精度も低下するという問題点があった。そこで、この発明の課題は、ワークの実形状をオンマシンで迅速かつ正確に測定でき、その測定データに基づき加工誤差をインプロセス制御により補正して、加工精度を向上できる超精密加工機を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために、この発明の超精密加工機は、ワークの形状を測定するために加工機上に設置されたレーザ干渉計と、このレーザ干渉計の測定データに基づきワークの加工誤差を補正するNC制御装置とから構成される。

【0005】

【作用】 この発明の超精密加工機によれば、振動及び案内面の移動真直度の影響を受けにくいレーザ干渉計が使用されるので、これを加工機上に設置して、加工中におけるワークの実形状をオンマシンで迅速かつ正確に測定できる。そして、レーザ干渉計の測定データはNC制御装置に入力され、ここでワークの加工誤差を補正する補正データが作成される。したがって、加工誤差をインプロセス制御により自動補正できて、ワークの高精度加工が可能になる。

【0006】

【実施例】 以下、この発明を超精密加工旋盤に具体化し

2

た一実施例を図面に基いて説明する。図1に示すように、超精密加工旋盤のベース1上には除振台2を介してベッド3が据え付けられ、そのベッド3上にはZ軸テーブル4及びX軸テーブル5がそれぞれ摺動可能に支持されている。Z軸テーブル4上にはビルトインモータを内蔵した主軸台6が設置され、サーボモータ7によりZ軸方向へ送られる。X軸テーブル5上には刃物台8及びレーザ干渉計9が設置され、これらはサーボモータ10によりX軸方向へ一体に送られる。そして、主軸台6にはチャック11によりワーク12が把持され、刃物台8には工具13が取付けられ、各サーボモータ7、10には位置検出器14、15が設けられている。

【0007】 レーザ干渉計9はレーザ光（平行線）によりワーク12の端面を撮像するCCDカメラを装備し、撮像により得た測定データをアナログ信号でプロセッサ16に出力する。プロセッサ16には測定データをデジタル化するA/D変換器17と、加工面の凹凸形状を表す3次元データを作成する3次元データ処理回路18とが設けられている。プロセッサ16はNC制御装置19に接続され、ここには、プロセッサ16の出力に基づき加工面の干渉縞パターン（図4参照）及び3次元形状（図5参照）をCRTディスプレイ20に表示するためのデータ処理を行うCRT映像処理回路21と、レーザ干渉計9の測定データとNC加工データとに基づきX軸及びZ軸の形状誤差補正データを作成するX送り・Z送り補正回路22とが設けられている。そして、NC制御装置19は形状誤差補正信号を位置検出器14、15に出力して、サーボモータ7、10を制御するように構成されている。

【0008】 上記のように構成された超精密加工旋盤において、次に、レーザ干渉計9を使用してワーク12の形状誤差を補正する方法を図2に示すフローチャートに従って説明する。まず、主軸台6のZ軸方向及び刃物台8のX軸方向への移動に伴い、ワーク12の端面が工具13により切削され（ステップS1）、次いで、レーザ干渉計9によりワーク12の端面形状が測定される（ステップS2）。この場合、振動及び案内面の移動真直度の影響を受けにくいレーザ干渉計9を使用しているので、これを加工機のX軸テーブル5上に設置でき、ワーク12をチャック11に把持したままの状態でも、その実形状をオンマシン測定法により迅速かつ正確に測定することができる。次に、レーザ干渉計9の測定データがプロセッサ16において3次元形状処理され、加工面の凹凸形状を表す3次元データが作成される（ステップS3）。続いて、NC制御装置19にて、レーザ干渉計9の測定データに基づきワーク12の加工誤差を補正するためのZ軸方向の位置決めデータが後述する手順により作成される（ステップS4）。

【0009】 その後、加工誤差の最大値 $\delta z_{max}$ が許容値 $\delta z_a$ と比較される（ステップS5）。加工誤差最大

値  $\delta z_{\max}$  が許容値  $\delta z_a$  より大きい場合には、NCデータ中のZ軸位置決めデータが補正された後（ステップS6）、ワーク12が再切削される。そして、加工誤差最大値  $\delta z_{\max}$  が許容値  $\delta z_a$  以下になるまで前記各工程が繰り返し実行され、加工誤差最大値  $\delta z_{\max}$  が許容値  $\delta z_a$  以下になれば、このときの測定値及び評価が出力される（ステップS7）。ここで、測定値として加工面の干涉縞パターン及び3次元形状が、また、評価としては、例えば、“GOOD”の表示がそれぞれNC制御装置19のCRTディスプレイ20に表示される。したがって、加工誤差をインプロセス制御により自動補正できて、ワーク12の高精度加工が可能になる。なお、測定値を印字するためのプリンタをNC制御装置19に設けてもよい。

【0010】前記加工誤差補正データを作成する手順を図3に示すフローチャートに従って説明する。補正の基準点はワーク12の中心に設定される。このため、切削工程に先立ち、まず、ワーク12の直径Dがマイクロメータ等により測定されてNC制御装置19に入力され（ステップS11）、次いで、補正開始の座標値  $x_n$  ( $x_n = D/2$ ) が算出される（ステップS12）。ワーク12が切削されると、次に、レーザ干渉計9の測定データからDになるデータラインがサーチされて、図6に示すように、ワーク12の中心を通る断面形状データが収集される（ステップS13）。図6において、 $\delta 0 \sim \delta 3$  : ワークの中心及びそこを通る各点の加工誤差、 $\delta z_{\max}$  : 加工誤差最大値、D : ワークの直径、 $\delta 1$  ( $x_1$ ) : 補正データ、n : ワークの半径の分割数である。なお、nはNC位置決め分解能（例えば、 $0.1 \mu m$ ）により決定され、NC位置決め分解能  $\leq D/2n$  であって、nの最大値は  $n_{\max} \leq D/[2 \times (\text{NC位置決め分解能})]$  である。

【0011】続いて、前記測定データの初期値化が実行され、補正開始点  $x_n$  の加工誤差値  $\delta z(x_n)$  が0にセットされる（ステップS14）。その後、X軸方向各位置の補正データが  $\delta 1(x_1) = \delta z(x_1) - \delta z(x_n)$  により演算され（ステップS15）、この演算結果に従い、位置と補正値とを対応させた補正テーブルが作成される（ステップS16）。そして、この補正データはNCサーボヘフィードバックされ（ステップS17）、これによって主軸台6のサーボモータ7が制

御される。

【0012】なお、上記実施例では、ワーク12の端面加工について説明したが、ワーク12の周面加工にもこの発明を適用することができ、この場合は、レーザ干渉計9の周面形状測定データに基づいて刃物台8のサーボモータ10が制御される。また、この発明は旋盤のみに限定されるものではなく、研削盤またはラッピングマシン等の各種の超精密加工機に応用してもよく、その他、レーザ干渉計9の設置場所を加工機上の任意位置に変更したりするなど、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各部の構成を適宜に変更して具体化することも可能である。

【0013】

【発明の効果】以上に詳述したように、この発明によれば、振動及び案内面の移動真直度の影響を受けにくいレーザ干渉計の測定データに基づいて、NC制御装置がワークの加工誤差補正データを作成するように構成したので、レーザ干渉計を加工機上に設置して、ワークの実形状をオンマシンで迅速かつ正確に測定できるとともに、加工誤差をインプロセス制御により自動補正して、ワークを高精度加工できるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す超精密加工旋盤の斜視図である。

【図2】図1の超精密加工旋盤において、レーザ干渉計を使用してワークの形状誤差を補正する方法を示すフローチャートである。

【図3】図2の誤差補正方法において、加工誤差補正データを作成する手順を示すフローチャートである。

【図4】ワーク加工面の干涉縞パターンを示すCRTディスプレイの正面図である。

【図5】ワーク加工面の3次元形状を示すCRTディスプレイの正面図である。

【図6】ワークの中心を通る断面形状を示す模式図である。

【符号の説明】

1・・・ベース、2・・・除振台、3・・・ベッド、4・・・Z軸テーブル、5・・・X軸テーブル、6・・・主軸台、7、10・・・サーボモータ、8・・・刃物台、9・・・レーザ干渉計、11・・・チャック、12・・・ワーク、13・・・工具、14、15・・・位置検出器、16・・・プロセッサ、19・・・NC制御装置、20・・・CRTディスプレイ。

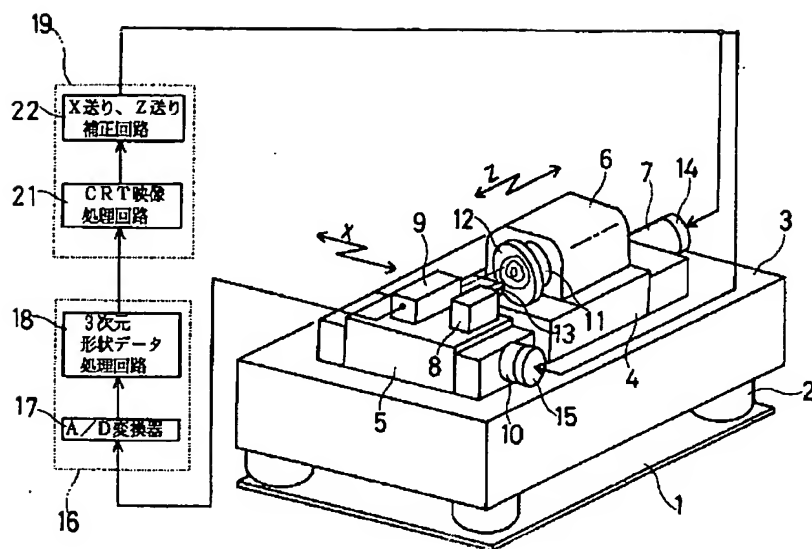
【図4】



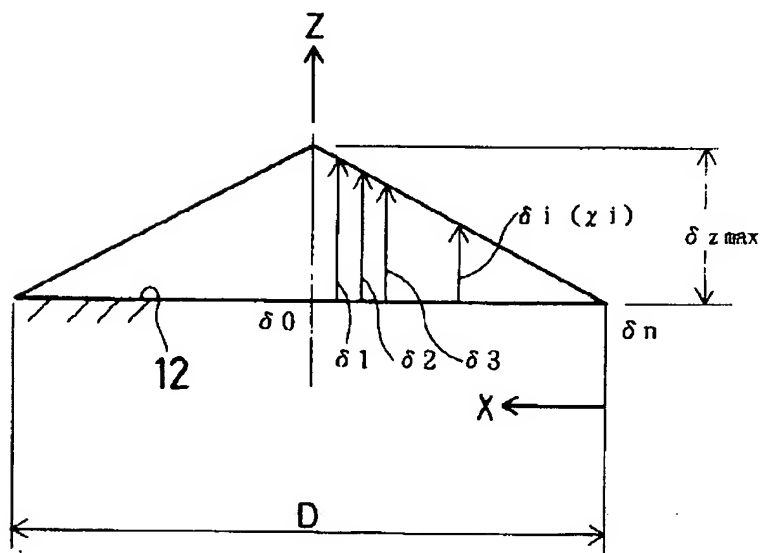
【図5】



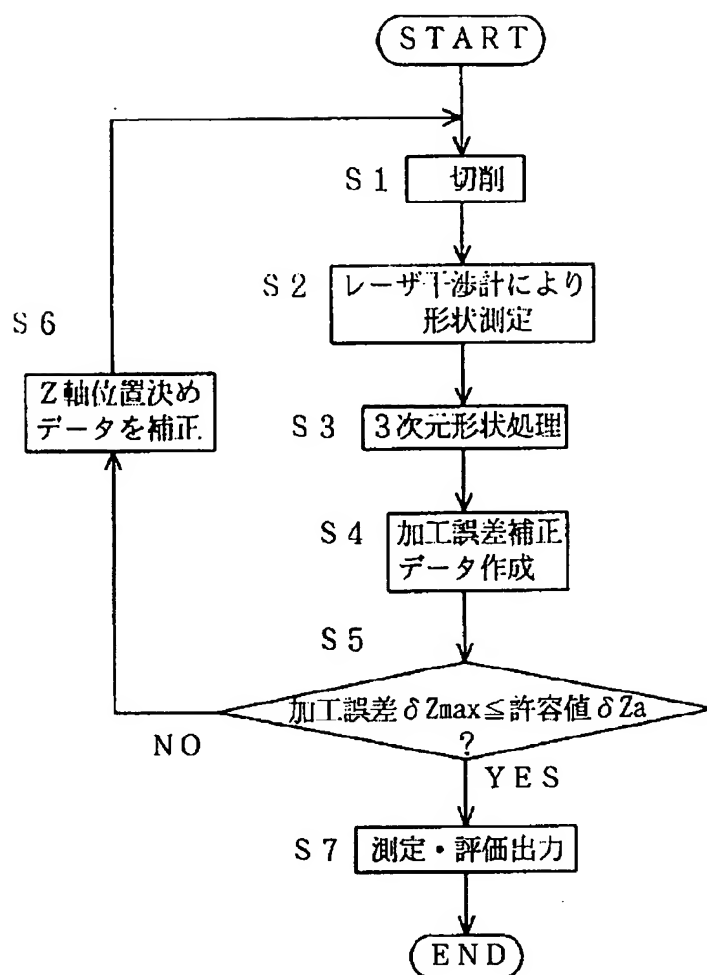
【図1】



【図6】



【図2】



【図3】

